



## Controle de Qualidade nos Dados Magnéticos da Região do Estado de Rio de Janeiro - Brasil

\*Georges François S. Pavie & Antônio Abel G Carrasquilla, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Brasil  
georges@lenep.uenf.br & abel@lenep.uenf.br

Copyright 2003, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper was reviewed by The Technical Committee of The 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction, or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of The Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

This work is reported to Quality Control in Aeromagnetic data supplied by ANP on the Rio de Janeiro State, Brazil. The research method based in power spectrum of grided data and profiles of two control areas in the Rio de Janeiro State. We analysis the influence of parameter cell size in the grided data and compared with CPRM data to evaluate the confidentiality of ANP data. The results shown that the ANP data anomalies are confident but pointed to shift down on the ANP data of 103 nT.

### Introdução

Com a quebra do monopólio do petróleo a Agência Nacional de Petróleo (ANP) ficou com a incumbência da administração dos dados geofísicos que eram de uso exclusivo da PETROBRÁS, tornando alguns de domínio público. Dentre estes dados encontram-se dados magnéticos, os quais constituem uma massa pré-processada a partir da integração de diversos aerolevantamentos feitos tanto na parte terrestre como na parte marinha. Contudo, em trabalhos de pesquisa se faz necessário o histórico de levantamento e processamento dos dados, os quais são fornecidos como relatórios à ANP, mais especificamente ao banco de dados de exploração e produção (BDEP). Em nota fornecida pelo BDEP, via email, nos informou a não existência de tais relatórios em seus arquivos. Fica sob nossa incumbência a procura dos históricos de levantamento e processamento, os quais a maioria pode ser encontrado no site do Serviço Geológico Nacional (CPRM, [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)) mais especificamente na BASEAERO (Mourão, 1995) e em publicações internas da Petrobrás.

Tipicamente o produto que usamos para interpretação de dados aeromagnéticos são as imagens aeromagnéticas gridadas ou, somente *grids*. Os *grid*s são malhas regulares confeccionadas para uma dada área da superfície terrestre, em cujas intercessões entre as linhas (nós) são interpolados valores com base em dados dispersos naquela área. A partir dos valores nos nós do *grid*, podemos traçar curvas de nível de isovalores favorecendo a localização de anomalias.

O tipo de algoritmo de gridagem, o tamanho da célula de *grid* e o método de interpolação, são alguns parâmetros que podemos usar como controles de

qualidade de gridagem. Uma ferramenta útil para análise de sensibilidade e a transformada de Fourier dos dados gridados, mostrado na forma de espectro de potência e espectro de potência radial médio.

A transformada de Fourier  $F(u,v)$ , de uma função contínua,  $f(x,y)$  é definida no espaço bidimensional como:

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} dv f(x, y) e^{[2\pi i(u_x + v_y)]} \quad (1)$$

Se  $(x,y)$  são coordenadas espaciais em metros, então,  $(u,v)$  são coordenadas frequências em ciclos por metro.

Em trabalhos reais não é possível medir o sinal de interesse continuamente, razão pela qual usamos a transformada de Fourier discreta (TFD) para um número finito de amostras,  $N$ , obtidas sobre um domínio finito.

Dado um conjunto de pontos arbitrários  $(x_n, y_n)$ , para  $n: 1, 2, \dots, N$ , temos que a transformada discreta de Fourier é dada por:

$$F(u_k, v_k) = \sum_{n=1}^N W_n f(x_n, y_n) e^{[2\pi i(u_k x_n + v_k y_n)]} \quad (2)$$

Para  $k: 1, 2, \dots, K$ , coordenadas frequências.  $W_n$  é o conjunto de pesos que aproximam a TFD para a transformada contínua da equação 1. Contudo, determinar o valor ótimo para  $W_n$  é difícil por depender das características da função a ser aproximada. Além disso, dados dispersos em *grids* não regulares aumentam em muito o tempo para computar a TFD (Billings e Richards, 2003). Por estas razões, em geofísica, usamos *grids* regulares, visto que, muitas operações de processamento de dados são feitas no domínio de Fourier através da transformada rápida de Fourier (FFT - Fast Fourier Transform).

Para um *grid* espacial  $N \times M$  com espaçamento de célula de  $\Delta x$  e  $\Delta y$  nas direções  $x$  e  $y$  respectivamente, a TFD é calculada em um *grid* de  $N \times M$  frequências com espaçamento de  $\Delta u = 1/N\Delta x$  e  $\Delta v = 1/M\Delta y$  sendo a frequência máxima determinada pela relação Nyquist, dada por  $u_{\max} = 1/2\Delta x$  e  $v_{\max} = 1/2\Delta y$ . Para *grids* regulares, o valor  $W_n$  é constante e igual  $\Delta x \Delta y$ . Assim, a FFT é dada por:

$$F_{jk} = \Delta x \Delta y \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M f_{nm} e^{[2\pi i \left( \frac{jn}{N} + \frac{km}{M} \right)]} \quad (3)$$

Para  $j = 1, 2, \dots, J$  e  $k = 1, 2, \dots, K$ , onde  $F_{jk} = F(j/N \Delta x, k/M \Delta y)$  e  $f_{nm} = f(n \Delta x, m \Delta y)$ .

O espectro de potência, corresponde ao quadrado do espectro de amplitude de Fourier (Spector e Grant, 1970), dado por:

$$E(r, \mathbf{q}) = |F_{jk}|^2 \quad (4)$$

$E(r, \theta) = |F_{jk}|^2$ , para  $u = u(j)$  e  $v = v(k)$ , onde  $r = (u^2 + v^2)^{1/2}$  e  $\theta = \tan^{-1}u/v$ , são coordenadas polares freqüenciais. O espectro de potência radial médio é dado pela integral:

$$E(r) = \frac{1}{p} \int_0^p E(r, \mathbf{q}) dq \quad (5)$$

Os componentes do espectro de potência são estimados entre as freqüências zero e a Nyquist, a qual é limitada pelo tamanho de célula do *grid*. O teorema de Nyquist coloca que freqüências maiores que a freqüência Nyquist igual  $1/2\Delta x$ ,  $\Delta x$  igual espaçamento de amostragem, não serão bem amostradas e provocarão problemas *Aliasing* (sobreposição de freqüências). Em geral, os comprimentos de ondas indesejáveis ( $< 2\Delta x$ ) são retirados aplicando filtros passa - baixa com freqüência de corte com comprimento de onda de  $2\Delta x$ , ou confeccionando *grids* com tamanho de célula  $2\Delta x$ . Contudo, dados aerolevantados são sobreamostrados na direção da linha de vôo (LV) e subamostrados na direção perpendicular à LV, tendo duas freqüências Nyquist: paralelo à LV igual  $1/2\Delta x$  e perpendicular à LV igual a  $1/2\Delta y$ , para  $\Delta y$  igual ao espaçamento da LV. A seleção do tamanho da célula de *grid* é crítico e envolve o compromisso entre a fiel representação do sinal ao longo da LV e prevenir muitos aspectos perpendicular à LV. Esses aspectos são gerados por potências no espectro de Fourier, cujo comprimento de onda é menor do que o espaçamento da LV.

O tipo de algoritmo de gridagem também influenciam na disposição das potências no espectro. Algoritmos de interpolação bidirecional que explora de forma rápida a densa amostragem na direção da LV, podem contribuir para tendências verticais no espectro, enquanto que o algoritmo de busca generalizada baseados apenas em raio de busca são mais aplicados a dados subamostrados e favorecem a tendências horizontais (Billings & Richards, 2003).

O aumento no tamanho da célula de *grid* favorece à suavização dos detalhes no mapa magnético. Busca-se o máximo de resolução das anomalias sem que com isso amplifique-se o ruído. As preocupações, em muitos casos, residem nas direções perpendiculares à LV, onde o aumento no tamanho de célula contribui para diminuir o problema de *aliasing*.

Visando avaliar a confiabilidade dos dados magnéticos fornecidos pela ANP, empreendemos uma análise com base em dados gridados fornecidos pela ANP e pela CPRM.

**Metodologia**

No desenvolvimento deste trabalho empregamos perfis e espectros de potência na forma de *grids* e na

forma de perfil (espectro de potência radial médio) de áreas comuns aos *grids* (Figura 1A e 1B) confeccionados com base em dados da ANP e da CPRM.

O arquivo de dados fornecido pela ANP possui um espaçamento regular entre amostras na forma de um quadrado de 1000 x 1000 metros, evidenciando que os mesmos foram obtidos a partir de um *grid*. A massa de dados foi gridada usando algoritmo RANGRID do Geosoft OASIS MONTAJ™ (Geosoft, 2001) com espaçamento de célula de *grid* de 500 e 1000 metros. Os dados estavam no sistema de projeção UTM zona 24S, datum sad69.

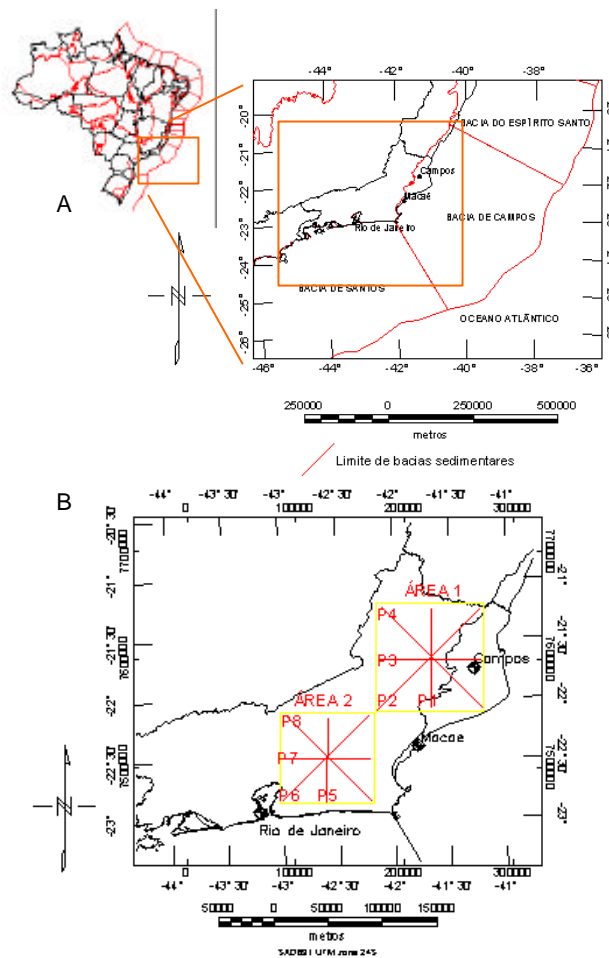


Figura 1:A) mapa de localização dos dados magnéticos e B) de áreas de controle. P1, P2,P3, P4, P5, P6, P7 e P8 perfis magnéticos.

O *grid* foi janelado em duas áreas (Figura 1B) do Estado do Rio de Janeiro: 1° área)  $x_{min} = 173905,6425$ ;  $x_{máx} = 271170,2562$ ;  $y_{min} = 7553132,699$  e  $y_{máx} = 7650397,3127$ ; 2° área)  $x_{min} = 87115,30252$ ;  $x_{máx} = 170861,40852$ ;  $y_{min} = 7466359,754$  e  $y_{máx} = 7550105,86$  (em metros). As mesmas janelas foram aplicadas aos dados gridados da CPRM (*grid\_CPRM*) do levantamento

1038, reprojeto para o sistema de projeção UTM zona 24S, datum sad69. O *grid* feito com os dados da CPRM é oriundo do trabalho de Pavie *et al* (2001), os quais foram gridados com tamanho de célula de 250 metros e aplicado micronivelamento utilizando rotina com o algoritmo de gridagem BIGRID do Geosoft OASIS MONTAJ™ (Geosoft, 2001). Verificou-se que o *grid* do trabalho de Pavie *et al* (2001) apresentava ainda pequenos problemas de nivelamento, os quais foram solucionados usando técnica de micronivelamento, com base em decorrugação.

As janelas também foram aplicadas ao *grid* sem tratamento e em *grids* de continuação para cima do *grid* CPRM micronivelado, à altura de 2000 e 1000 metros.

Perfis retirados destas janelas (Figura 1B e 3) e espectros de potências (Figuras 4, 5 e 8) forneceram a base à interpretação. A razão de amostragem nos perfis foi de 500 metros. Para se obter os espectros de potência foram usados *grids* quadrados com algoritmo de preenchimento de *gap* de extremidades com base no método do inverso da distância.

## Resultados

A massa de dados da ANP, em arquivo tipo texto, é oriunda da fusão de dados de diversos levantamentos aeromagnéticos. Isto foi verificado pela plotagem do *grid* magnético em mapa. Identificam-se pelo menos 10 grandes levantamentos conforme a BASEAERO da CPRM (Mourão, 1995): 1038, 1009, 1039, 1025, 1010, 1034, 4007, 4055, 4054 e 4009, cujos parâmetros como a altura de vôo, intervalo de amostragem, espaçamento entre linhas de vôo, IGRF dentre outros, variam significativamente. Para obter um conjunto homogêneo, acreditamos que os dados originais foram gridados com um tamanho de célula de 1000 metros e posteriormente amostrados para um arquivo texto.

Desejamos saber até que ponto os dados da ANP são confiáveis e, quais os melhores parâmetros para gridá-lo. Embora reconheçamos a validade da integração de diversos levantamentos para a análise da continuidade das anomalias, devemos atentar para o fato de que as inclinações e declinações magnéticas e o IGRF variam anualmente, devendo ser consideradas na modelagem.

A Figura 2 mostra o mapa de contorno de anomalias magnéticas obtidas com base nos dados da ANP, com tamanho de célula de *grid* de 1000 m. Para análise da influência da diminuição do tamanho de célula, confeccionou-se um outro mapa de contorno, com base nos dados da ANP com tamanho de célula de 500 m. Os dados foram gridados usando algoritmo de mínima curvatura de busca generalizada, com *spline* cúbica. A análise dos perfis mostrou que alteração para tamanho de células igual a 500 m não contribuiu para aumentar a resolução dos dados magnéticos gridados (Figura 3, mostrado somente o perfil 8). Contudo, a análise do espectro de potência e espectro de potência radial médio das áreas 1 e 2 (Figura 1B, 4 e 5, mostrado somente para área 1), mostrou que a diminuição do tamanho de célula favoreceu o aparecimento de anomalias de alta frequência concentradas nos eixos do espectro de

potência (Figura 4, mostrado somente para área 1). Esta tendência é melhor caracterizada no espectro de potência radial médio da Figura 5.

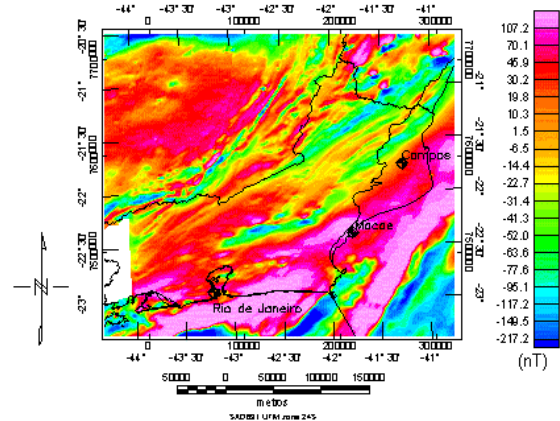


Figura 2: mapa de contorno de intensidade magnética com em base de dados ANP. Tamanho de célula de *grid* de 1000m.

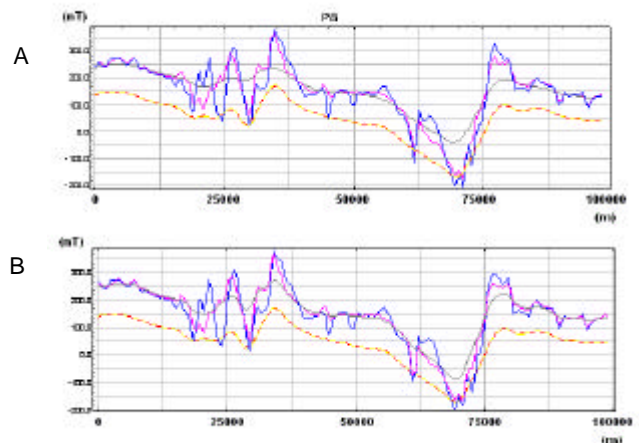


Figura 3: Perfil magnético P8 (SE-NW, área 2). Em vermelho *grid*\_ANP com tamanho de célula de 1000m; em amarelo *grid*\_ANP com tamanho de célula de 500 m; azul, *grid*\_CPRM sem processamento; magenta, *grid*\_CPRM micronivelado em cinza: A) *grid*\_CPRM continuado para cima à 2000m e B) continuado para cima à 1000 m. Observa-se *shift* entre perfis com base em dados CPRM e ANP e sobreposição dos perfis com base em dados da ANP, indicando nenhuma alteração da resolução das anomalias com diminuição do tamanho de célula de *grid*.

Os *grids* magnéticos do trabalho de Pavie *et al*. (Figura 6 e 7), foram confeccionados com base em dados do levantamento 1048 da CPRM. Com intervalo de amostragem de 120 m na direção da LV e espaçamento entre LV de 1000 m. Os dados também foram corrigidos do IGRF. O tamanho de célula de *grid* usado foi de 1/4 do espaçamento da LV (250 m). Os dados foram gridados usando algoritmo bidirecional com *spline* linear na direção paralela à LV e *spline* cúbica na direção perpendicular à LV. Ao *grid* foi aplicada uma rotina para micronivelamento usando o mesmo algoritmo

bidirecional. Contudo, estes dados apresentavam ainda problemas de nivelamento e pequenos *gaps*, os quais, foram resolvidos usando técnica de micronivelamento por decorrugação e regridagem usando

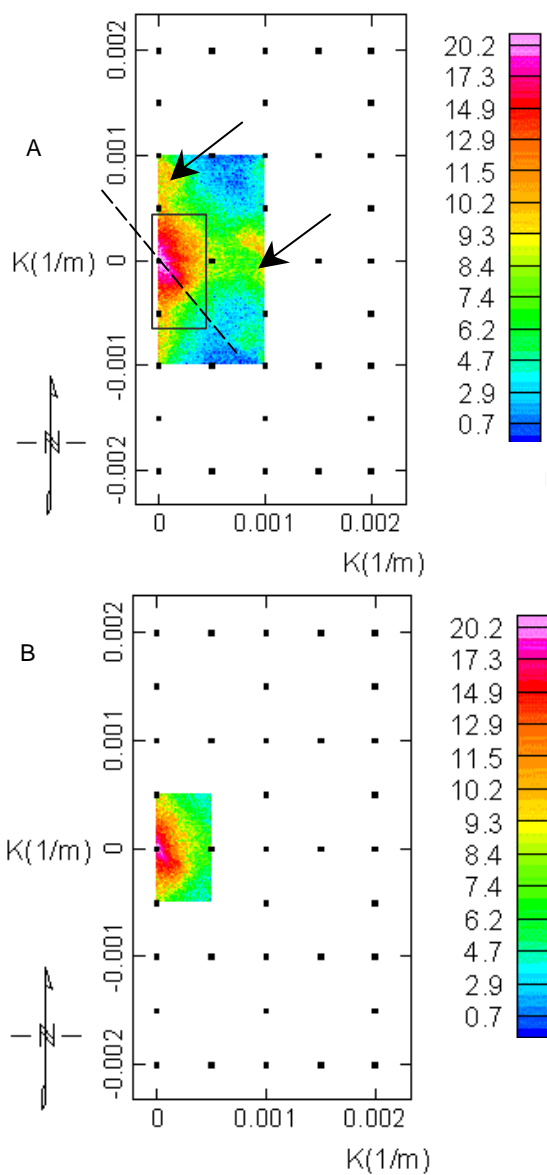


Figura 4: Espectro de potência para os *grids*\_ANP referentes à área 1. A) espectro de potência para *grid*\_ANP com tamanho de célula de 500m e B) espectro de potência para *grid*\_ANP com tamanho de célula de 1000m. Em A) observase a influencia da diminuição do tamanho da célula de *grid* para 500 m com aparecimento de valores intermediários de potências sobre os eixos do espectro, indicando incorporação de ruído tanto na direção da LV como perpendicular à mesma (setas). Linha pontilhada representa o *trend* geológico para NE no *grid*, limitado pelo quadrado que representa frequência Nyquist perpendicular a LV nos dados originais da CPRM.

interpolador Akima para preenchimento de *gap* (*gap* máximo de 4000 m). Os *gaps* eram oriundos de linhas de vôo que tinham espaçamentos maiores que a média. Contudo, a correção de *gaps* maiores que 4000 m

implicariam a necessidade de suavização do *grid* ou nova coleta de dados (Cidade do Rio de Janeiro - figura 7).

A rotina de decorrugação compreende aplicação de filtro de Butterworth passa-alta com frequência de corte de 1/20 x o espaçamento da LV = 0,00005 m<sup>-1</sup> e ordem do filtro igual a 8. Conjuntamente foi aplicado um filtro de cosseno direcional, com direção de 90° com alinhamento de vôo e grau da função cosseno igual a 0,5. Essa rotina foi aplicada ao *grid* micronivelado de Pavie *et al* (2001), obtendo-se como produto um *grid* com anomalias de alta frequência contendo aspectos indesejáveis. Este *grid* foi subtraído do *grid* original, produzindo um *grid* decorrugado (Figura 7).

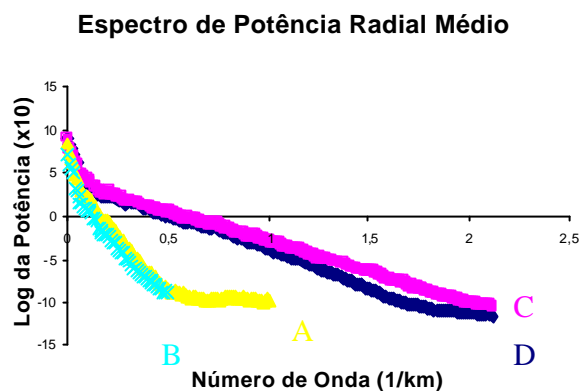


Figura 5: Espectros de potência radial médio para os *grids*\_ANP e CPRM referentes à área 1. A) espectro de potência radial médio para *grid*\_ANP com tamanho de célula de 500m, B) espectro de potência radial médio para *grid*\_ANP com tamanho de célula de 1000m, C) e D) espectro de potência radial médio para *grids*\_CPRM, respectivamente: sem processamento e micronivelado.

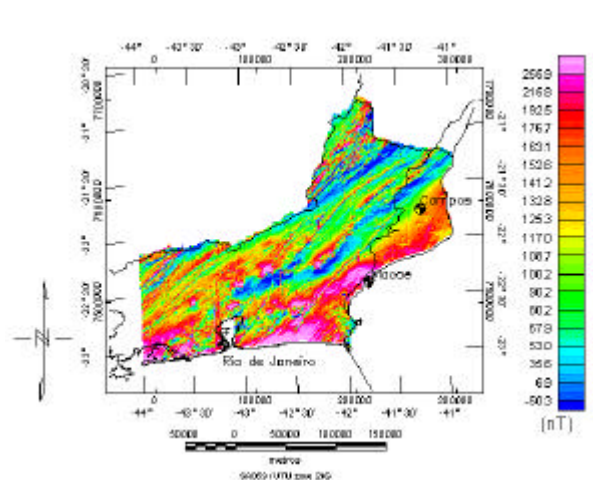


Figura 6: Mapa de contorno de intensidade magnética sem processamento. Base de dados CPRM código 1048. Tamanho de célula de *grid* de 250m. Nota-se alinhamento vertical anomalias devido a ruído provocado por falha de nivelamento de dados.

Identicamente aos dados da ANP, os *grids*\_CPRM foram janelados nas áreas de controle 1 e 2 (Figura 1B). A partir dos novos *grids* obtidos, foram confeccionados os



espectros de potência nas formas de *grid* e perfil (Figuras 8 e 7, mostrado apenas para área 1).

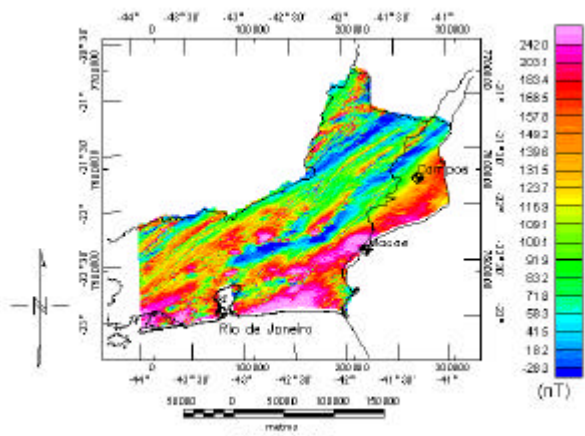


Figura 7: mapa de contorno de intensidade magnética micronivelado por decorrugação. Base de dados CPRM código 1048. Tamanho de célula de grid de 250m.

Os espectros de potência dos *grids\_CPRM* sem processamento (área 1 e 2), limitado na frequência Nyquist, mostram o característico alinhamento de componentes na direção paralela a linha de voo (N-S, Figura 8A, mostrado apenas para a área 1), devido a densa amostragem nessa direção, reforçada pela tendência imposta pelo algoritmo de gridagem (bidirecional). Perpendicular a esta tendência (direção horizontal no espectro) verifica-se diversos aspectos principalmente nas altas frequências provocados por ruídos ocasionados por problemas de nivelamento que tendem a se concentrarem no eixo horizontal. Altas potências, também se concentram na direção NW-SE do espectro e são ocasionados pelo *trend* geológico NE-SW, concentrando-se em regiões com frequência menor que  $0,0005 \text{ m}^{-1}$ . Observem que a frequência de corte Nyquist para a direção perpendicular a LV é de  $0,0005 \text{ m}^{-1}$ . Os alinhamento de potências nas regiões do espectro com frequências maiores que  $0,0005 \text{ m}^{-1}$  podem estar causando fenômeno de *aliasing* no *grid*. O efeito do micronivelamento feito por Pavie *et al*, 2001 somado ao processo de decorrugação feito neste trabalho, pode ser observado no espectro de potência da Figura 8B. O processo de micronivelamento atuou fortemente na direção Leste - Oeste do espectro de potência, retirando potências nesta direção que causavam ruído no *grid*. A distribuição de potência tornou-se mais circular com um decréscimo mais abrupto do que o *grid* sem processamento, realçado no espectro de potência radial médio da Figura 5. O decréscimo rápido da potência é decorrente da suavização imposta aos dados gridados. O *trend* geológico para Nordeste ficou mais evidente e ainda tendências para NW no *grid* foram realçadas dado pelos aspectos alinhados para NE no espectro de potência em frequências menores que  $0,0005 \text{ m}^{-1}$ .

Os espectros de potência dos *grids\_ANP* (Figura 4), têm uma área de cobertura menor decorrente do fato de terem frequências de corte Nyquist menor, impostas por um tamanho maior de célula. O espectro de potência

para o *grid\_ANP* com tamanho de célula de 1000 m apresenta concentração de altas potências na direção

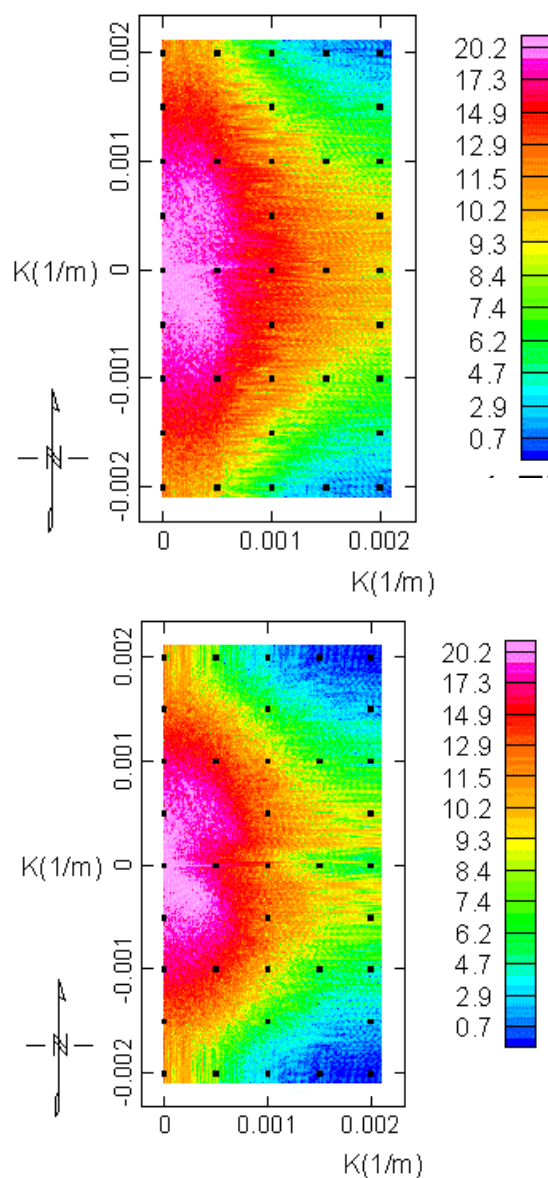


Figura 8: Espectro de potência para os *grids\_CPRM* referentes à área 1. A) espectro de potência para sem processamento e B) micronivelado.

NW do espectro relacionado ao *trend* geológico para NE no *grid\_ANP* e inerente suavização de anomalias, caracterizado pelo rápido decréscimo do espectro de potência radial médio (Figura 5). Para a mesma área, o espectro de potência para o *grid\_ANP* com tamanho inicial de 500 m apresentou potências de alta frequência nos eixos horizontais e verticais do espectro (figura 4A). Este fato é realçado no espectro de potência radial médio (Figura 5A). Isto comprova, que tamanho de células inferiores a 1000 m, contribuem para o aparecimento de ruídos provavelmente ocasionados por *aliasing*. Comparando com os dados da CPRM, o tamanho de

célula de 1000 m é mais indicado para os dados da ANP, embora inferior ao original comprimento de onda Nyquist perpendicular a LV, pelo fato do espectro de potência em frequências maiores que 0,0005 m<sup>-1</sup> apresentar uma distribuição uniforme das potências com valores muito inferiores à aqueles correspondentes a anomalias de origem geológica.

Outro tipo de comparação foi feito com base em perfis retirados das áreas 1 e 2 ( Figuras 1B e 3, mostrado apenas o perfil 8 na área 2). Observa-se que o processo de micronivelamento do *grid\_CPRM*, conservou as assinaturas magnéticas pelo fato do perfil do *grid\_CPRM* micronivelado acompanhar as tendências do *grid\_CPRM* sem processamento. Verifica-se também que os perfis feitos nos *grids\_ANP* com tamanho de célula de 500 e 1000 m se sobrepõem em todos os casos, indicando nenhum realce na resolução das anomalias, contudo acompanham as tendências do perfil dos *grids\_CPRM*.

Um outro fato interessante na análise de perfis das áreas 1 e 2 (Figura 1B) é o *shift* entre as curvas retiradas dos *grids\_ANP* e as curvas de comparação retiradas dos *grids\_CPRM* continuado para cima às alturas de 1000 e 2000 m (Figura 3, mostrado apenas o perfil 8 na área 2). Uma análise estatística da variação de intensidade de campo magnético para os perfis P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 com base em curvas continuadas para cima à 1000 e 2000 m em relação a curva retirada do *grid\_ANP* com tamanho de célula de 1000 m foi realizada (Tabela 1). Os resultados indicaram que a continuação para cima à 2000 m é a mais indicada para estimar o valor médio de *shift* para a curva ANP para o Estado do Rio de Janeiro, pelo fato de apresentar menor desvio padrão médio. O valor do *shift* baseado em média ponderada, cujo pesos corresponde ao inverso do desvio padrão, foi calculado para o valor inteiro de 103 nT.

**Conclusões**

A fusão de dados é útil para podermos visualizar a continuidade das anomalias em uma dada região. Contudo levantamentos magnéticos possuem parâmetros que variam com a época da aquisição dos dados, como a inclinação e a declinação magnética. Estes parâmetros são fundamentais para uma modelagem bem sucedida.

Para a modelagem, os dados da ANP na região do Estado do Rio de Janeiro deve ser somado a um fator de *shift* de 103 nT para garantir a representação fidedigna das anomalias. Recomendamos também a gridagem destes dados seja feita com espaçamento de *grid* de 1000 m, para se obter uma máxima resolução de anomalias.

**Referências**

Billings, S. and Richards, D. *Quality control of Gridded Aeromagnetic Data*. University of British Columbia. V6T1Z4. [http://www.geosoft.com/support/Papers/pdfs/quality\\_control\\_of\\_magnetic\\_data.pdf](http://www.geosoft.com/support/Papers/pdfs/quality_control_of_magnetic_data.pdf).  
 Geosoft. 2001. *Geophysical Interpretation Software for Windows 95/98/NT, OASIS montaj™ version 5.0. User's Guide*. 200 pp.

Tabela 1

Valor de *shift* de intensidade de campo magnético entre dados CPRM e ANP

Perfis				
SE-NW				
continuado à 1000m		continuado à 2000m		
	P4	P8	P4	P8
# de itens	250	199	247	197
valor médio	103,613	104,663	103,601	105,165
desvio padrão	7,154	16,602	10,425	17,72
SW-NE				
	P2	P6	P2	P6
# de itens	265	221	267	224
valor médio	106,047	111,802	103,12	112,002
desvio padrão	9,215	18,229	7,525	14,446
S-N				
	P1	P5	P1	P5
# de itens	190	160	186	157
valor médio	99,056	97,65	101,293	100,45
desvio padrão	7,226	12,674	6,149	15,528
W-E				
	P3	P7	P3	P7
# de itens	189	160	190	161
valor médio	102,348	100,633	101,734	99,847
desvio padrão	9,654	9,871	6,555	6,873
Desvio padrão médio				
	Área 1	Área 2	Área 1	Área 2
	8,31225	14,344	7,6635	13,64175
média		média		
11,328125		5,3263125		
Média Ponderada				
Peso=1/desvio padrão				
	Área 1e 2		Área 1e 2	
	76,18729145		102,6875803	

Mourão. 1995. Base de Dados de Projetos Aero-geofísicos do Brasil <http://www.cprm.gov.br/aero/aero.htm>.

Pavie, G. F. S., Carrasquilla, A. A. G. e Ceia, M. A. R. 2001. Integração de Dados Geofísicos da Porção Continental da Bacia de Campos. 7º Congresso Internacional de Geofísica da SGBF.

Spector, A. and Grant, F.S., 1970. Statistical Models for Interpreting Aeromagnetic Data. *Geophysics*, 35, n°2, 292-302.

**Agradecimentos**

A ANP pelo fomento de bolsas de mestrado e apoio à pesquisa.